

550,193

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. September 2004 (30.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/082666 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61K 9/51

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/001589

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Februar 2004 (19.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 12 763.1 21. März 2003 (21.03.2003) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): IFAC GMBH & CO. KG [DE/DE]; Institut für Ange-  
wandte Colloidtechnologie, Koopmannstrasse 59 a, 47138  
Duisburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DAHMS, Gerd

[DE/DE]; Koopmannstr. 59 a, 47138 Duisburg (DE).  
SEIDEL, Holger [DE/DE]; Im Hort 43, 47055 Duisburg  
(DE).(74) Anwälte: ISENBRUCK, Günter usw.; Isenbruck, Bösl,  
Hörschler, Wichmann, Huhn Theodor-Heuss-Anlage 12,  
68165 Mannheim (DE).(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite])

(54) Title: MSSN DISPERSION AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: MSSN-DISPERSION UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to membrane-structured solid nanoparticles that have an average particle diameter ranging from 10 to 10000 nm, that are solid at 25 °C and that comprise a combination of active substance carrier particles and emulsifiers in such a manner that membranes penetrating the entire nanoparticles are formed so that emulsifiers are present in the interior and on the surface of the nanoparticles. The invention also relates to a method for producing an aqueous substance carrying dispersion in which solid active substance carrier particles on a wax, polymer or lipid basis having an average diameter ranging from 10 to 10000 nm are present. Said particles contain at least one pharmaceutical, cosmetic and/or food technological active substance. The dispersion is produced by a) mixing, at a temperature above the melting or softening point of the active substance carrier, the active substance comprising the active substance carrier on a wax, polymer or lipid basis with at least one emulsifier that leads in step b) to the formation of a lyotropic liquid-crystalline mixed phase and forming a phase B, b) mechanically mixing, at a temperature above the melting or softening point of the active substance carrier, phase B with an aqueous phase A that may contain an emulsifier, the weight ratio of phase B to phase A being 1:5 to 5:1, without using high-pressure homogenization, and forming a lyotropic liquid-crystalline mixed phase, c) diluting, to a desired final concentration of the dispersion, the mixed phase with an aqueous phase that may contain an emulsifier, at a temperature of the aqueous phase that is below the melting or softening point of the active substance carrier while stirring and without using high-pressure homogenization.

(57) Zusammenfassung: Membran-strukturierte Solid-Nanoparticles mit einem mittleren Teilchendurchmesser im Bereich von 10 bis 10.000 nm, die bei 25 °C fest sind und eine Kombination aus Wirkstoffträgerteilchen und Emulgatoren derart aufweisen, dass Membranen gebildet werden, die die gesamten Nanoparticles durchdringen, so dass im Inneren und an der Oberfläche der Nanoparticles Emulgatoren vorliegen, werden beschrieben. Die Herstellung einer wässrigen Stoffträger-Dispersion, in der feste Wirkstoffträgerteilchen auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 10 bis 10000 nm vorliegen, die mindestens einen pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischen Wirkstoff enthalten, erfolgt durch a) Vermischen des Wirkstoffs mit dem Wirkstoffträger auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis und mindestens einem Emulgator, der in Stufe b) zur Ausbildung einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase führt, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erweichungspunktes des Wirkstoffträgers, zur Ausbildung einer Phase B; b) mechanisches Vermischen der Phase B mit einer wässrigen Phase A, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erweichungspunktes des Wirkstoffträgers, wobei das Gewichtsverhältnis von Phase B zu Phase A 1 : 5 bis 5 : 1 beträgt, ohne Hochdruckhomogenisierung, zur Ausbildung einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase; c) Verdünnen der Mischphase mit einer wässrigen Phase, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur der wässrigen Phase, die unter dem Schmelz- oder Erweichungspunkt des Wirkstoffträgers liegt, unter Rühren und ohne Hochdruckhomogenisierung, auf eine gewünschte Endkonzentration der Dispersion.

WO 2004/082666 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

---

## MSSN-Dispersion und Verfahren zu ihrer Herstellung

---

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer wässrigen Wirkstoffträger-Dispersion, eine derartige Dispersion und diese enthaltende Arzneimittel, Kosmetika oder Lebensmitteladditive. Beim Wirkstoffträger handelt es sich um Membran-Strukturierte-Solid-Nanoparticles (MSSN).

Pharmazeutische, kosmetische und/oder lebensmitteltechnologische Wirkstoffe werden häufig in Wirkstoffträgern verkapsuliert, um eine gezielte Freisetzung des Wirkstoffes oder dessen Schutz vor chemischer Zersetzung zu erzielen. Der Wirkstoffträger kann dabei an die jeweilige Anwendung angepasst werden und erlaubt eine geeignete Dosierung und Freisetzung des Wirkstoffs. In der Vergangenheit wurden feste Lipidnanopartikel, die auch als SLN (Solid-Lipid-Nanoparticles) bezeichnet werden, entwickelt. Sie stellen ein alternatives Carriersystem zu Emulsionen und Liposomen dar. Die Nanopartikel können hydrophile oder hydrophobe pharmazeutische Wirkstoffe enthalten und können oral oder parenteral verabreicht werden. Üblicherweise werden dabei Nanopartikel mit einem mittleren Teilchendurchmesser im Bereich von 50 nm bis 1 µm eingesetzt. Als Matrixmaterial wird im Gegensatz zu den bekannten Emulsionen ein festes Lipid eingesetzt. Zur Gewährleistung einer hohen Bioakzeptanz und guter in-vivo-Abbaubarkeit werden überwiegend physiologisch verträgliche Lipide oder Lipide aus physiologischen Komponenten wie Glyceride aus körpereigenen Fettsäuren verwendet. Bei der Herstellung werden üblicherweise Emulgatoren oder Tenside mitverwendet. Die Herstellung erfolgt durch Hochdruckhomogenisierung. Dabei wird das als Matrix verwendete Lipid aufgeschmolzen, und ein pharmazeutischer Wirkstoff wird in der Schmelze gelöst oder dispergiert. Üblicherweise wird die wirkstoffhaltige Schmelze mit einer wässrigen Tensidlösung bei gleicher Temperatur unter Rühren dispergiert. Die so erhaltene Dispersion wird anschließend in einem Hochdruckhomogenisator, beispielsweise einem Kolben-Spalt-Homogenisator bei Drücken im Bereich von 200 bis 1500 bar im heißen Zustand homogenisiert. Es entsteht eine Emulsion, deren Lipidphase beim Erkalten zu festen Lipidnanopartikeln rekristallisiert.

Alternativ kann eine Kalthomogenisierung durchgeführt werden, bei der der pharmazeutische Wirkstoff wiederum in eine geschmolzene Lipidphase eingebracht wird. Die erhaltene Mischphase wird danach abgekühlt, und der Feststoff wird auf eine Korngröße im Bereich von 50 bis 100  $\mu\text{m}$  vermahlen. Die so erhaltenen Lipidteilchen werden anschließend in einer kalten Tensidlösung dispergiert, und die erhaltene Dispersion wird anschließend hochdruckhomogenisiert.

Ein Verfahren zur Herstellung von SLN-Dispersionen ist beispielsweise in der EP-B-0 167 825 beschrieben. Die dort beschriebenen Lipidnanopellets werden als Trägersystem für Arzneimittel zur peroralen Anwendung eingesetzt. Die Herstellung der Lipidnanopellets erfolgt durch Dispergieren des geschmolzenen Lipids mit Wasser mit einem hochoberflächigen Rührer. Anschließend wird durch eine Ultraschallbehandlung die gewünschte Teilchengrößenverteilung eingestellt. Das Rühren erfolgt in der Regel mit Drehzahlen im Bereich von 20000  $\text{min}^{-1}$ . Die erhaltenen Teilchen weisen mittlere Teilchendurchmesser im Bereich von 100 bis 1000 nm auf.

In der EP-B 0 605 497 sind Arzneistoffträger aus festen Lipidteilchen (feste Lipidnanosphären (SLN)) beschrieben. Die Herstellung erfolgt durch Hochdruckhomogenisierung oder Hochdruckdispergierung bei Drücken von 500 bis 1550 bar. Als Hochdruckhomogenisator werden beispielsweise ein Spalthomogenisator oder ein Hochgeschwindigkeitshomogenisator eingesetzt. Eine Vordispergierung wird in der Regel mit einem Rotor-Stator-Dispergierer durchgeführt.

Ein ähnliches Verfahren ist in der US 5,885,486 beschrieben. Kolloidal verteilte feste Lipidteilchen werden durch Hochdruckhomogenisierung einer Lipidschmelze mit einer wässrigen Phase hergestellt. Es wird wiederum mit Drücken von 500 bar oder mehr gearbeitet.

Einen Überblick über die Verwendung von festen Lipidnanoteilchen als Carrier für pharmazeutische und kosmetische Wirkstoffe findet sich in J. Microencapsulation, 1999, Vol. 16, No. 6, Seiten 751 bis 767. Es wird insbesondere beschrieben, wie Vitamin E in SLN-Systeme eingebracht wird. Es wird beschrieben, dass durch die Einbringung in feste Lipidnanoteilchen eine verbesserte Penetration und Wirkung des Vitamin E auf der Haut erreicht wird.

In J. Cosmet. Sci., 52, Seiten 313 bis 324 werden die Occlusionswirkungen von festen Lipidnanoteilchen beschrieben. Es wird insbesondere die Wirkung der Hautbefeuchtung untersucht. Eine SLN-Formulierung, die 40 % Cetylpalmitat und 5 % Tensid in Wasser ent-

hält, wurde durch Hochgeschwindigkeitsrühren durchgeführt, siehe Formulierung CPe in Tabelle I. Es wurde ein mittlerer Teilchendurchmesser von 3 µm gefunden, siehe Tabelle II.

- 5 Die Herstellung von festen Lipid-Nanoteilchen mit geringem mittlerem Teilchendurchmesser gemäß dem Stand der Technik ist aufwendig, da in der Regel Hochdruckhomogenisatoren eingesetzt werden müssen. Durch bloßes Rühren bei hoher Umdrehungszahl werden nur relativ große mittlere Teilchendurchmesser von 3 µm erreicht. Die Beladbarkeit der Lipidteilchen ist eingeschränkt, und die Morphologie der Teilchen ist nicht immer gut zu  
10 kontrollieren. Gezielte Oberflächenmodifikationen sind nur schwer herbeizuführen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines neuartigen Systems von Solid Nanoparticles, die gegenüber bekannten Nanoparticles höher beladbar sind, eine größere Auswahl an Wirkstoffträgern und Tensiden erlauben und in hohen Konzentrationen in  
15 Dispersionen vorliegen können, sowie eines Verfahrens zur Herstellung einer Solid-Nanoparticle-Dispersion, das die Nachteile der bekannten Verfahren vermeidet und unaufwendig durchführbar ist. Es sollen insbesondere kleine Teilchendurchmesser bei geringem mechanischem Vermischungsaufwand erhalten werden. Zudem sollen neuartige Solid-Nanoparticle-Dispersionen bereitgestellt werden, die - wie die Nanoparticles - insbesondere hoch beladbar sind, eine große Bandbreite an Wirkstoffträgern und Emulgatoren  
20 zulassen und Oberflächenmodifikationen erlauben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer wässrigen Stoffträger-Dispersion, die insbesondere membran-strukturierte Solid-Nanoparticles  
25 enthält, in der feste Wirkstoffträgerpartikel auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 10 bis 10000 nm vorliegen, die mindestens einen pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischen Wirkstoff, Parfüm oder Aromenstoff enthalten, durch

- 30 a) Vermischen des Wirkstoffs mit dem Wirkstoffträger auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis und mindestens einem Emulgator, der in Stufe b) zur Ausbildung einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase führt, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erweichungspunktes des Wirkstoffträgers, zur Ausbildung einer Phase B,  
35 b) mechanisches Vermischen der Phase B mit einer wässrigen Phase A, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erwei-

chungspunktes des Wirkstoffträgers, wobei das Gewichtsverhältnis von Phase B zu Phase A 1 : 5 bis 5 : 1 beträgt, ohne Hochdruckhomogenisierung, zur Ausbildung einer, vorzugsweise gelartigen, lyotropen flüssigkristallinen Mischphase,

- 5 c) Verdünnen der Mischphase mit einer wässrigen Phase, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur der wässrigen Phase, die unter dem Schmelz- oder Erweichungspunkt des Wirkstoffträgers liegt, zum Beispiel mindestens 5 °C darunter, vorzugsweise mindestens 15 °C darunter, unter Rühren und ohne Hochdruckhomogenisierung, auf eine gewünschte Endkonzentration der Dispersion.

10

Es wurde erfindungsgemäß gefunden, dass wässrige Wirkstoffträger-Dispersionen, in der feste Wirkstoffträgerteilchen auf Lipidbasis mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 10 bis 1000 nm vorliegen, vorteilhaft hergestellt werden können, wenn eine Lipidschmelze mit einer auf die gleiche Temperatur aufgeheizten wässrigen Phase in einem bestimmten Gewichtsverhältnis von 1 : 5 bis 5 : 1, vermischt wird. Die Mischung kann  
15 dabei durch übliche mechanische Rührer erreicht werden, die die Rührleistung eines Haushaltsmischers (Mixers) (oder Haushaltsküchenrührers) aufweisen. Im Laborbetrieb war es beispielsweise möglich, mit einem Braun®-Küchenmixer, der einen Mischkopf in Form eines zweiflügligen Propellers mit einem Gesamtdurchmesser von 50 mm aufweist, eine  
20 ausreichende Rührwirkung zu erreichen. Der Mischpropeller war von einem Schutzring mit einem Durchmesser von 63 mm umgeben. Die maximale Leistungsaufnahme des Küchenmixers betrug 350 W. Es handelte sich um das Modell MR 550, Type 4189.

Das mechanische Vermischen in Stufe b) und das Rühren in Stufe c) erfolgt vorzugsweise  
25 mit Rührern die eine Umfangsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 20 m/s, besonders bevorzugt 1 bis 3 m/s aufweisen.

Vorzugsweise entspricht die Scherwirkung des Rührers dabei der Scherwirkung eines Haushaltsküchenrührers oder Mixers, wie er handelsüblich ist und vorstehend beschrieben  
30 wurde.

Durch Einhalten des Mengenverhältnisses der Phasen A und B kann selbst mit dem Eintrag geringer Scherenergien eine sehr starke Mischwirkung erreicht werden.

35 Ohne an eine Theorie gebunden zu sein, kann die beim Vermischen der Phase B mit der wässrigen Phase A erhaltene lyotrope flüssigkristalline Microemulsion als ein System zweier interpenetrierender Netzwerke verstanden werden, so dass die Microemulsion ein-

phasiges Verhalten zeigt. Die Microemulsion weist eine niedrige Viskosität beim Scheren auf.

Das Gewichtsverhältnis von Phase B zu Phase A in Stufe b) beträgt vorzugsweise 1 : 2 bis  
5 2 : 1, besonders bevorzugt 1 : 1,5 bis 1,5 : 1.

Die Aufgabe wird ferner erfindungsgemäß gelöst durch Membran-strukturierte Solid-Nanoparticles mit einem mittleren Teilchendurchmesser im Bereich von 10 bis 10.000 nm, die bei 25 °C fest sind und eine Kombination aus Wirkstoffträgerpartikeln und Emulgatoren derart aufweisen, dass Membranen gebildet werden, die die gesamten Nanoparticles durchdringen, so dass im Inneren und an der Oberfläche der Nanoparticles Emulgatoren vorliegen.

Vorzugsweise liegen über den Querschnitt der Nanoparticles im Wesentlichen keine Bereiche ohne Membranstruktur vor. Die Membranen werden vorzugsweise in einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase ausgebildet, die in Gegenwart von Wasser selbst emulgierend ist.

Im Unterschied zu den bekannten SLN liegen in den erfindungsgemäßen Nanoparticles im Inneren der Teilchen Emulgatoren vor. Die gesamten Teilchen sind aus einer Membran bzw. Membranen aufgebaut, während in SLN ein fester Kern des Wirkstoffträgers mit einer Emulgatorschicht umgeben ist. Damit weisen die Nanoparticles im Wesentlichen unabhängig vom Betrachtungsmaßstab einen gleichförmigen Aufbau aus Membranstrukturen auf. Die Membran-strukturierten Solid-Nanoparticles (MSSN) können erfindungsgemäß nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellt werden. Gegenüber den SLN zeichnen sie sich durch eine Membranstrukturierung aus, die die gesamten Teilchen durchsetzt. Damit liegt eine wesentlich größere Membranfläche vor, in die Wirkstoff eingelagert werden können. Damit können erfindungsgemäß große Mengen an pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischen Wirkstoffen in die Membranen bzw. in die Nanoparticles eingebracht werden. Es können beispielsweise Mengen von bis zu 70 Gew.-%, vorzugsweise bis zu 60 Gew.-%, bezogen auf die beladenen Nanoparticles, eingebracht werden. Dabei werden die Wirkstoffe nicht nur im oberflächlichen Bereich der Nanoparticles in den Membranen gespeichert, sondern durch die ganzen Teilchen hindurch. Hierdurch ist eine ganz gezielte Freisetzung von Wirkstoffen, auch über einen längeren Zeitraum hin, möglich. Die Nanoparticles oder Lipidteilchen stellen somit insgesamt eine Membran dar, die die gesamten Teilchen durchdringt. Diese gegenseitige Durchdringung ist charakteristisch für die erfindungsgemäßen MSSN.

Die Membranstrukturierung kann durch bekannte liquid-kristalline Systeme, wie lamellare, hexagonale oder kubische liquid-kristalline Systeme erreicht werden.

- 5 Die liquid-kristalline Mischphase ist zumeist anisotrop und damit trüb oder opak.

Die membranstrukturierte bzw. lyotrope liquid-kristalline Mischphase besitzt in Gegenwart von Wasser selbstemulgierende Eigenschaften, d.h. an der Grenzfläche zu Wasser findet spontan ein Emulgierprozess statt. Auch bei hoher Lipidbeladung zeigt die membranstrukturierte bzw. lyotrope liquid-kristalline Mischphase eine elektrische Leitfähigkeit. Bei der Herstellung nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren wird vor oder während des Verdünnens mit Wasser ein liquid-kristalliner Gelzustand durchlaufen. Die im Herstellungsverfahren erhaltenen Dispersionen sind in einem weiten Gewichtsbereich der MSSN-Phase frei fließend. Beispielsweise sind Dispersionen mit bis zu 60 Gew.-% MSSN-Phase, bezogen auf die gesamte Dispersion, frei fließend. Somit können frei fließende Dispersionen mit beispielsweise 40 bis 60 Gew.-% MSSN-Phase hergestellt werden.

Die MSSN können mit unterschiedlichsten Wirkstoffen beladen werden, wie sie nachstehend näher erläutert sind. Der maximal erreichbare Beladungsgrad hängt u.a. vom Schmelzpunkt des Beladungsstoffs (Wirkstoffs) ab. Sofern der Wirkstoff eine hohe Löslichkeit in dem Wirkstoffträger hat, können hohe Beladungsgrade erreicht werden.

Die erfindungsgemäßen MSSN weisen eine Vielzahl von Vorzügen auf. Wirkstoffe können gezielt und retardiert freigesetzt werden. Bei der Herstellung können sowohl die Teilchengröße wie auch das Freisetzungsverhalten gesteuert werden.

Beim Aufbringen auf die Haut kann die Penetration des Aktivstoffes in die Haut durch den „Pflastereffekt“ erhöht werden. Dabei wird die Haut aufgequollen, wobei sich die Poren öffnen und die Einschleusung des Wirkstoffs möglich ist. Mit den MSSN ist es möglich, den transepidermalen Wasserverlust zu vermindern.

Zur Herstellung der MSSN kann eine Vielzahl von Emulgatoren bzw. Tensiden eingesetzt werden. Im Prinzip können (fast) alle herkömmlichen Tenside zum Teil in geeigneter Kombination eingesetzt werden.

Ferner ist es erfindungsgemäß möglich, in den MSSN auch eine Oberflächenmodifikation mit Hilfe von Tensiden zu erreichen. Durch Mitverwendung oder nachträgliches Aufbrin-



gen von anionischen, kationischen, amphoteren Tensiden oder weiteren Tensiden können die Ladungsverhältnisse und Oberflächenstrukturen des Wirkstoffträgers gezielt verändert und somit dessen Adsorptionsverhalten optimiert werden.

- 5 Insbesondere ist es erfindungsgemäß möglich, pharmazeutisch verträgliche bzw. lebensmittelrechtlich zugelassene Emulgatoren einzusetzen.

Die Emulgatorkonzentration ist bis hin zu niedrigsten Konzentrationen steuerbar. Beispielsweise ist es möglich, bezogen auf den Wirkstoffträger, maximal 5 Gew.-%, besonders bevorzugt maximal 3 Gew.-% Tensid einzusetzen, die Untergrenze der Menge an Tensid beträgt dabei je nach Anwendungsgebiet etwa 0,05 Gew.-%.

Die erfindungsgemäßen MSSN-Dispersionen sind lagerstabil und auch bei hoher Nanopartikelkonzentration sehr gut fließfähig.

15

Zur Stabilisierung oder Modifizierung der Grenzflächen können auch zusätzlich Hydrocolloide mitverwendet werden.

Die feste Form der Teilchen und der Einschluss der Wirkstoffe innerhalb der Teilchen schützen die eingeschlossenen Wirkstoffe vor einem oxidativen Abbau, da der Sauerstoffzutritt stark vermindert wird.

20

Die erfindungsgemäßen MSSN können mit membranaktiven Emulsionströpfchen unter bestimmten Umständen durch Massentransfer über die wässrige Phase in Wechselwirkung treten. Dies bedeutet eine Umkehrung des Ostwald-Reifungsprinzips. Diese Wechselwirkung kann für die anwendungstechnischen Eigenschaften vorteilhaft ausgenutzt werden.

25

Gegenüber der SLN-Technologie wird die Auswahl an Tensiden und einsetzbaren Strukturen der Wachse oder Lipide stark erweitert. Zudem sind Oberflächenmodifikationen möglich. Wie bereits erwähnt, sind die MSSN unaufwendig herstellbar und hoch beladbar. Unabhängig vom Wirkstoffträger können die Eigenschaften den jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Unterschiedliche Wirkstoffe können beispielsweise auch über eine alkoholische, beispielsweise ethanolische Lösung oder Phase in die Wirkstoffträgerphase eingebracht und gezielt eingelagert werden.

30

In den erfindungsgemäßen MSSN können sowohl hydrophobe, amphiphile sowie hydrophile Wirkstoffe gleichzeitig eingelagert werden, da die Membranstrukturen sowohl hydrophile wie auch hydrophobe Bereiche aufweist.

5 In der beigefügten Zeichnung zeigt Figur 1 die Abhängigkeit der Viskosität  $\eta$  vom Phasenvolumen  $f$  der internen Phase. Während bei der herkömmlichen Herstellung von Emulsionen weit unterhalb des maximalen internen Phasenvolumens  $f_{\max}$  in einer Emulsion, d.h. einem 2- oder 3-Phasen-System gearbeitet wird, wird erfindungsgemäß leicht oberhalb dieses Bereichs gearbeitet, so dass eine gemischte lyotrope liquid-kristalline Phase erreicht  
10 wird.

Im Folgenden werden die Wirkstoffträger, geeignete Emulgatoren, die Lamellarstrukturen ausbilden, geeignete pharmazeutische, kosmetische und lebensmitteltechnologische Wirkstoffe und weitere mögliche Inhaltsstoffe der wässrigen Wirkstoffträger-Dispersion näher  
15 erläutert.

Als Wirkstoffträgerteilchen werden vorzugsweise Teilchen auf Lipidbasis eingesetzt. Hierzu gehören Lipide und lipidähnliche Strukturen. Beispiele geeigneter Lipide sind die Di- und Triglyceride der gesättigten geradkettigen Fettsäuren mit 12 bis 30 Kohlenstoffatomen, wie Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Lignocerinsäure, Cerotinsäure, Melesinsäure, sowie deren Ester mit anderen gesättigten Fettalkoholen mit 4 bis 22, vorzugsweise 12 bis 22 Kohlenstoffatomen wie Laurylalkohol, Myristylalkohol, Cetylalkohol, Stearylalkohol, Arachidylalkohol, Behenylalkohol, gesättigten Wachsalkoholen mit 24 bis 30 Kohlenstoffatomen wie Lignocerylalkohol, Cetylalkohol, Cetearylalkohol, Myristylalkohol. Bevorzugt sind Di-, Triglyceride, Fettalkohole, deren Ester oder Ether, Wachse, Lipidpeptide oder Mischungen davon. Insbesondere werden synthetische Di- und Triglyceride als Einzelsubstanzen oder in Form einer Mischung, zum Beispiel in Form eines Hartfettes, eingesetzt. Glycerintrifettsäureester sind beispielsweise Glycerintrilaurat, Glycerintrimyristat, Glycerintripalmitat, Glycerintristearat oder Glycerintribehenat. Erfindungsgemäß einsetzbare Wachse sind natürliche Wachse, wie pflanzliche Wachse, tierische Wachse, Mineralwachse und petrochemische Wachse, chemische modifizierte Wachse, wie Hartwachse, und synthetische Wachse. Für Aufzählung geeignete Wachse kann auf Römpf Chemielexikon, 9. Auflage, Stichwort „Wachse“ verwiesen werden. Geeignete Wachse sind beispielsweise Bienen-, Carnauba-, Candelillawachs, Paraffinwachse, Isoparaffinwachse, Reiswachs. Geeignete Wachse sind weiterhin beispielsweise Cetylpalmitat und Cera alba (gebleichtes Wachs, DAB 9). Geeignete Ester leiten sich ferner beispielsweise von verzweigtkettigen Fettsäuren und Fettalkoholen, Gly-

cerin, Sorbitan, Propylenglykol, Methylglycosid, Zitronensäure, Weinsäure, Mellinsäure ab. Ferner sind Ceramide, Phytosphingoside, Cholesterol und Phytosterine einsetzbar.

5 Ferner können Polymere wie Silikonwachse und PVP-Derivate eingesetzt werden. Hierbei handelt es sich beispielsweise um alkylsubstituierte PVP-Derivate, beispielsweise Tricon-  
tanyl-PVP, PVP-Hexadecen-Copolymer, PVP/Eicosen-Copolymer. Diese können bei-  
spielsweise alleine oder als Beimischungen zu den Lipiden als Trägermaterialien eingesetzt  
werden.

10 Es können auch flüssige, halbfeste und/oder feste Urethanderivate eingesetzt werden, wie  
sie beispielsweise von ALZO International Inc. vertrieben werden. Dazu zählen beispiels-  
weise Fettalkohol (verzweigt) Dimer/IPDI, Fettalkohol (linear) Dimer/IPDI, ethoxylierter  
Fettalkohol (verzweigt) Dimer/IPDI, ethoxylierter Fettalkohol (linear) Dimer/IPDI, Dimethi-  
conol/IPDI-Copolymere, Triglyceridester (hydriert)/IPDI-Copolymere, ethoxylierte Trigly-  
15 ceridester (hydriert)/IPDI Copolymere, aminierte ethoxylierte und nicht-ethoxylierte  
Triglyceridester/IPDI-Copolymere.

Die Menge der Wirkstoffträgerpartikelchen, bezogen auf die gesamte wässrige Wirkstoffträger-  
Dispersion, beträgt vorzugsweise 0,1 bis 70 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 60 Gew.-  
20 %, zum Beispiel 0,1 bis 30 oder 1 bis 10 Gew.-%. Zusätzlich zu den Lipiden können Dis-  
persionsstabilisatoren eingesetzt werden. Sie können beispielsweise in Mengen von 0,01  
bis 20 Gew.-%, vorzugsweise 0,05 bis 5 Gew.-% eingesetzt werden. Beispiele geeigneter  
Substanzen sind Tenside, insbesondere Alcyllactylate wie Stearoyllactylat, Isethinonate,  
Alkylsulfate wie Natriumcetylsulfat, Diamideethersulfate, Alkylpolyglycoside, Phosphor-  
25 säureester wie Natriumisotridecylphosphat, Taurate, Sulfosuccinate, Alkylpolyglycoside,  
Alkylsarcosinate wie Natriumlaurylsarcosinat und Alkylglutamate wie Natriumlaurylglu-  
tamat, ethoxylierte Sorbitanfettsäureester, Blockpolymere und Blockcopolymere (wie zum  
Beispiel Poloxamere und Poloxamine), Polyglycerinether und -ester, Lecithine verschiede-  
nen Ursprungs (zum Beispiel Ei- oder Sojalecithin), chemisch modifizierte Lecithine (zum  
30 Beispiel hydriertes Lecithin) als auch Phospholipide und Sphingolipide, Mischungen von  
Lecithinen mit Phospholipiden, Sterine (zum Beispiel Cholesterin und Cholesterinderivate  
sowie Stigmasterin), Ester und Ether von Zuckern oder Zuckeralkoholen mit Fettsäuren  
oder Fettalkoholen (zum Beispiel Saccharosemonostearat), sterisch stabilisierende Substan-  
zen wie Poloxamere und Poloxamine (Polyoxyethylen-Polyoxypropylen-Blockpolymere),  
35 ethoxylierte Sorbitanfettsäureester, ethoxylierte Mono- und Diglyceride, ethoxylierte Lipi-  
de und Lipoide, ethoxylierte Fettalkohole oder Fettsäuren und Ladungsstabilisatoren bzw.  
Ladungsträger wie zum Beispiel Dicetylphosphat, Phosphatidylglycerin sowie gesättigte

und ungesättigte Fettsäuren, Natriumcholat, Natriumglykolcholat, Natriumtaurocholat oder deren Mischungen, Aminosäuren oder Peptisatoren wie Natriumcitrat (siehe J. S. Lucks, B. W. Müller, R. H. Müller, Int. J. Pharmaceutics 63, Seiten 183 bis 18 (1990)), viskositätserhöhende Stoffe wie Celluloseether und -ester (zum Beispiel Methylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Natriumcarboxymethylcellulose), Polyvinylderivate wie Polyvinylalkohol, Polyvinylpyrrolidon, Polyvinylacetat, Alginate, Polyacrylate (zum Beispiel Carbopol), Xanthane und Pektine.

Als wässrige Phase A können Wasser, wässrige Lösungen oder Mischungen von Wasser mit wassermischbaren Flüssigkeiten wie Glycerin oder Polyethylenglycol eingesetzt werden. Weitere zusätzliche Komponenten für die wässrige Phase sind beispielsweise Manno-  
se, Glucose, Fructose, Xylose, Trehalose, Mannit, Sorbit, Xylit oder andere Polyole wie Polyethylenglycol sowie Elektrolyte wie Natriumchlorid. Diese zusätzlichen Komponenten können in einer Menge von 1 bis 60 Gew.-%, zum Beispiel 1 bis 30 Gew.-%, bezogen auf die wässrige Phase A, eingesetzt werden.

Falls gewünscht, können ferner viskositätserhöhende Stoffe oder Ladungsträger eingesetzt werden, wie Sie in EP-B-0 605 497 beschrieben sind. Als Verdicker können zum Beispiel Polysaccharide, Polyalkylacrylate, Polyalkylcianoacrylate, Polyalkylvinylpyrrolidone, Acrylpolymere, Polymilchsäuren oder Polylactide eingesetzt werden.

Als Emulgatoren, die lyotrope LC-Strukturen bzw. Lamellarstrukturen ausbilden, können natürliche oder synthetische Produkte eingesetzt werden. Auch der Einsatz von Tensidgemischen ist möglich. Beispiele geeigneter Emulgatoren sind die physiologischen Gallensalze wie Natriumcholat, Natriumdehydrocholat, Natriumdeoxycholat, Natriumglykocho-  
lat, Natriumtaurocholat. Tierische und pflanzliche Phospholipide wie Lecithine mit ihren hydrierten Formen sowie Polypeptide wie Gelatine mit ihren modifizierten Formen können ebenso verwendet werden.

Als synthetische grenzflächenaktive Substanzen eignen sich die Salze der Sulfobernsteinsäureester, Polyoxyethylensäurebetanester, Säurebetanester und Sorbitanether, Polyoxyethylenfettalkoholether, Polyoxyethylenstearinsäureester sowie entsprechende Mischungskondensate von Polyoxyethylen-Methpolyoxypropylenethern, ethoxylierte gesättigte Glyceride, partielle Fettsäure-Glyceride und Polyglycide. Beispiele geeigneter Tenside sind Biobase<sup>®</sup> EP und Ceralution<sup>®</sup> H.

Beispiele geeigneter Emulgatoren sind ferner Glycerinester, Polyglycerinester, Sorbitanester, Sorbitolester, Fettalkohole, Propylenglykolester, Alkylglucositester, Zuckerester, Lecithin, Silikoncopolymere, Wollwachs und deren Mischungen oder Derivate. Glycerinester, Polyglycerinester, Alkoxyate und Fettalkohole sowie Isoalkohole können sich beispielsweise ableiten von Rizinusfettsäure, 12-Hydroxystearinsäure, Isostearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Stearinsäure, Myristinsäure, Laurinsäure und Caprinsäure. Neben den genannten Estern können auch Succinate, Amide oder Ethanolamide der Fettsäuren vorliegen. Als Fettsäurealkoxyate kommen insbesondere die Ethoxyate, Propoxyate oder gemischten Ethoxyate/Propoxyate in Betracht. Ferner können Silikontenside wie Silikoncopolyole und Silikonbetaine eingesetzt werden.

Erfindungsgemäß bevorzugt werden Emulgatorsysteme eingesetzt, deren Mischungen aus Co-Emulgatoren (Gelnetzwerkbildnern wie Fettalkoholen, Fettsäuren, Sorbitanestern usw.) und speziellen Tensiden an der Grenzfläche zu Wasser Myellinstrukturen auszubilden. Zu geeigneten Tensiden zählen beispielsweise Polyglycerin-10-tricaprylat, Polyglycerin-10-trilaurat, Polyglycerin-2-oleat, Natriumlauroyllactylat, Natriumcocoyllactylat und Glycerylcocoatcitratlactylat.

Es können auch vorzugsweise ausgewogene Komplex-Emulgatoren eingesetzt werden.

Das für die Herstellung von MSSN optimale Verhältnis von hydrophilem Tensid zu Co-emulgator liegt vorzugsweise höher als das optimale Verhältnis für die Gelnetzwerkbildung.

Wachse/Polymere/Lipide und Emulgatoren werden vorzugsweise in einem Gewichtsverhältnis von 50 : 1 bis 2 : 1 vorzugsweise 15 : 1 bis 30 : 1 eingesetzt.

Die pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischen Wirkstoffe werden, bezogen auf die Phase B, vorzugsweise in einer Menge von 0,1 bis 70 Gew.-%, besonders bevorzugt 1 bis 10 Gew.-% eingesetzt.

Nachfolgend werden beispielhaft pharmazeutische Wirkstoffe aufgeführt, die beispielsweise in freier Form, als Salz, Ester oder Ether eingesetzt werden können:

Analgetika/Antirheumatika, wie Morphin, Codein, Piritamid, Fentanyl und Fentanylderivate, Leyomethadon, Tramadol, Diclofenac, Ibuprofen, Indometacin, Naproxen, Piroxicam, Penicillamin; Antiallergika, wie Pheniramin, Dimetinden, Terfenadin, Astemizol,

Loratidin, Doxylamin, Meclozin, Bamipin, Clemastin; Antibiotika / Chemotherapeutika, wie Polypetidentibiotika wie Colistin, Polymyxin B, Teicoplanin, Vancomycin; Malariamittel wie Chinin, Halofantrin, Mefloquin, Chloroquin, Virustatika wie Ganciclovir, Foscarnet, Zidovudin, Aciclovir und andere wie Dapson, Fosfomycin, Fusafungin, Trimetoprim;

5 Antiepileptika, wie Phenytoin, Mesuximid, Ethosuximid, Primidon, Phenobarbital, Valproinsäure, Carbamazepin, Clonazepam; Antimykotika, wie intern: Nystatin, Natamycin, Amphotericin B, Flucytosin, Miconazol, Fluconazol, Itraconazol; extern außerdem: Clotrimazol, Econazol, Tioconazol, Fenticonazol, Bifonazol, Oxiconazol, Ketoconazol, Isoconazol, Tinastat; Corticoide (Interna), wie Aldosteron, Fludrocortison, Betamethason,

10 Dexamethason, Triamcinolon, Fluocortolon, Hydrocortison, Prednisolon, Prednylidon, Cloprednol, Methylprednisolon; Dermatika, wie Antibiotika: Tetracyclin, Erythromycin, Neomycin, Gentamycin, Clindamycin, Framycetin, Tyrothricin, Chlortetracyclin, Mipirocin, Fusidinsäure; Virustatika wie oben, außerdem: Podophyllotoxin, Vidarabin, Tromantadin; Corticoide wie oben, außerdem: Amcinonid, Flupredniden, Alclometason, Clobetasol,

15 Diflorason, Halcinonid, Fluocinolon, Clocortolon, Flumetason, Difluocortolon, Fludrocortid, Halometason, Desoximetason, Fluocinolid, Fluocortinbutyl, Flupredniden, Prednicarbat, Desonid; Diagnostika, wie radioaktive Isotope wie <sup>99m</sup>Tc, <sup>111</sup>In oder <sup>131</sup>I, kovalent gebunden an Lipide oder Lipide oder andere Moleküle oder in Komplexen, hochsubstituierte iodhaltige Verbindungen wie zum Beispiel Lipide; Hämostyptika, wie Blutungsgerinnungsfaktoren VIII, IX; Hypnotika, Sedativa, wie Cyclobarbitol, Pentobarbitol, Phenobarbitol, Methaqualon, Benzodiazepine (Flurazepam, Midazolam, Nitrazepam, Lorazepam, Flunitrazepam, Trazolam, Brotizolam, Temazepam, Loprazolam); Hypophysen-, Hypothalamushormone, regulatorische Peptide und ihre Hemmstoffe, wie Corticotrophin, Tetracosactid, Choriongonadotropin, Urofollitropin, Urogenadotropin, Somatotropin, Metergolin, Bromocriptin, Terlipressin, Desmopressin, Oxtrisin, Argipressin, Ornipressin, Leuporelin, Triptorelin, Gonadorelin, Buserelin, Nafarelin, Goselerin, Somatostatin; Immuntherapeutika und Zytokine, wie Dimepranol-4-acetatamidobenzoat, Thymopentin,  $\alpha$ -Interferon,  $\beta$ -Interferon, Filgrastim, Interleukine, Azathioprin, Cyclosporin; Lokalanästhetika, wie intern: Butylamin, Mepivacain, Bupivacain, Etidocain, Lidocain, Articain, Prilocain; extern außerdem: Propipocain, Oxybuprocain, Etracain, Benzocain; Migränemittel, wie Proxibarbal, Lisurid, Methysergid, Dihydroergotamin, Clonidin, Ergotamin, Pizotifen; Narkosemittel, wie Methohexital, Propofol, Etomidat, Ketamin, Alfentanil, Thiopental, Droperidol, Fentanyl; Nebenschilddrüsenhormone, Calciumstoffwechselregulatoren, wie Dihydrotachysterol, Calcitonin, Clodronsäure, Etidronsäure; Ophthalmika, wie Atropin,

35 Cycloclonin, Cyclopentolat, Homatropin, Trionicamid, Scopolamin, Pholedrin, Edoxudin, Idouridin, Tromantadin, Aciclovir, Acetazolamid, Diclofenamid, Carteolol, Timolol, Metipranolol, Betaxolol, Pindolol, Befunolol, Bupranolol, Levobunolol, Carbachol, Pilocar-

pin, Clonidin, Neostigmin; Psychopharmaka, wie Benzodiazepne (Lorazepam, Diazepam), Clomethiazol; Schilddrüsentherapeutika, wie 1-Thyroxin, Carbimazol, Thiamazol, Propylthiouracil; Sera, Immunglobuline, Impfstoffe, wie Immunglobuline allgemein und spezifisch wie Hepatitis-Typen, Röteln, Cytomegalie, Tollwut; FSME, VaricellaZoster, Tetanus, Rhesusfaktoren,

5 Immunsera wie Botulismus-Antitoxin, Diphtherie, Gasbrand, Schlangengift, Skorpiongift, Impfstoffe wie Influenza, Tuberkulose Cholera, Diphtherie, Hepatitis-Typen, FSME, Röteln, *Hämophilus influenzae*, Masern, *Neisseria*, Mumps, Poliomyelitis, Tetanus, Tollwut, Typhus; Sexualhormone und ihre Hemmstoffe, wie Anabolika, Androgene, Antiandrogene, Gestagene, Estrogene, Antiestrogene (Tamoxifen etc.); Zystostatika und Metastasenhemmer, wie Alkylantien wie Nimustin, Melphalan, Carmustin, Lomustin, Cyclophosphamid, Ifosfamid, Trofosfamid, Chlorambucil, Busulfan, Treosulfan, Prednimustin, Thiotepa, Antimetabolite wie Cytarabin, Fluorouracil, Methotrexat, Mercaptopurin, Tioguanin, Alkaloid

10 loide wie Vinblastin, Vincristin, Vindesin; Antibiotika wie Aclarubicin, Bleomycin, Dactinomycin, Daunorubicin, Epirubicin, Idarubicin, Mitomycin, Plicamycin,

Komplexe von Nebengruppenelementen (zum Beispiel Ti, Zr, V, Nb, Ta, Mo, W, Pt) wie Carboplatin, Cisplatin und Metallocenverbindungen wie Titanocendichlorid, Amsacrin, Dacarbazin, Estramustin, Etoposid, Hydroxycarbamid, Mitoxynthron, Procarbazin, Temiposid, Alkylamidophospholipide (beschrieben in J. M. Zeidler, F. Emling, W. Zimmermann und H. J. Roth, Archiv der Pharmazie, 324 (1991), 687), Etherlipide wie Hexadecylphosphocholin, Ilmofofin und Analoga, beschrieben in R. Zeisig, D. Arndt und H.

20 Brachwitz, Pharmazie 45 (1990), 809 bis 818.

Geeignete Wirkstoffe sind beispielsweise auch Dichlorphenac, Ibuprofen, Acetylsalicylsäure, Salicylsäure, Erythromycin, Ketoprofen, Cortison, Glucocorticoide.

25

Weiterhin geeignet sind kosmetische Wirkstoffe, die insbesondere oxidations- oder hydrolyseempfindlich sind wie beispielsweise Polyphenole. Hier seien genannt Catechine (wie Epicatechin, Epicatechin-3-gallat, Epigallocatechin, Epigallocatechin-3-gallat), Flavonoide (wie Luteolin, Apigenin, Rutin, Quercitin, Fisetin, Kaempferol, Rhametin), Isoflavone (wie Genistein, Daidzein, Glycitein, Prunetin), Cumarine (wie Daphnetin, Umbelliferon), Emodin, Resveratrol, Oregonin.

30

Geeignet sind Vitamine wie Retinol, Tocopherol, Ascorbinsäure, Riboflavin, Pyridoxin.

35 Geeignet sind ferner Gesamtextrakte aus Pflanzen, die u.a. obige Moleküle oder Molekülklassen enthalten.

Bei den Wirkstoffen handelt es sich gemäß einer Ausführungsform der Erfindung um Lichtschutzfilter. Diese können als organische Lichtschutzfilter bei Raumtemperatur (25°C) in flüssiger oder fester Form vorliegen. Geeignete Lichtschutzfilter (UV-Filter) sind beispielsweise Verbindungen auf Basis von Benzophenon, Diphenylcyanacrylat oder p-Aminobenzoessäure. Konkrete Beispiele sind (INCI- oder CTFA-Bezeichnungen) Benzophenone-3, Benzophenone-4, Benzophenone-2, Benzophenone-6, Benzophenone-9, Benzophenone-1, Benzophenone-11, Etocrylene, Octocrylene, PEG-25 PABA, Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid, Ethylhexyl Methoxycinnamate, Ethylhexyl Dimethyl PABA, 4-Methylbenzylidene Camphor, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Ethylhexyl Salicylate, Homosalate sowie Methylene-Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol (2,2'-Methylenbis-{6-(2H-benzotriazol-2-yl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-phenol}, 2-Hydroxy-4-methoxybenzophenon-5-sulfonsäure und 2,4,6-Triamino-2'-ethylhexyl-1'-oxi-1,3,5-triazin.

Weitere organische Lichtschutzfilter sind Octyltriazone, Avobenzone, Octylmethoxycinnamate, Octylsalicylate, Benzotriazole und Triazine.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden als Wirkstoffe Antischuppen-Wirkstoffe eingesetzt, wie sie üblicherweise in kosmetischen oder pharmazeutischen Formulierungen vorliegen. Ein Beispiel hierfür ist Piroctone Olamine (1-Hydroxy-4-methyl-6-(2,4,4-dimethylpentyl)-2(1H)-pyridone; vorzugsweise in Kombination mit 2-Aminoethanol (1:1)). Weitere geeignete Mittel zur Behandlung von Hautschuppen sind dem Fachmann bekannt.

Als Wirkstoffe kommen zudem beispielsweise alle oxidationssensiblen Wirkstoffe wie Tocopherol in Betracht.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden organische Farbstoffe als Wirkstoffe bzw. an Stelle von Wirkstoffen eingesetzt.

Weitere geeignete Wirkstoffe sind insektenvertreibende Mittel (Insect repellent) und im Bereich der Lebensmitteltechnologie Geruchs- und Geschmacksstoffe. Geeignete Geruchs- und Geschmacksstoffe sind dem Fachmann bekannt.

Des Weiteren lassen sich auch pigmentartige anorganische Feststoffe wie z.B. TiO<sub>2</sub> und ZnO in die Wirkstoffträger einarbeiten.



Durch die Emulgatoren kann ein unilamellares oder multilamellares System bzw. eine lyotrope flüssigkristalline Mischphase gebildet werden.

Der mittlere Durchmesser der Wirkstoffteilchen beträgt vorzugsweise 50 bis 1000 nm,  
5 besonders bevorzugt 100 bis 500 nm.

Die Erfindung betrifft auch eine wässrige Wirkstoffträger-Dispersion, die nach dem vorstehenden Verfahren erhältlich ist.

10 Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer multiplen Dispersion durch Vermischen einer Dispersion, die wie vorstehend beschrieben hergestellt wurde, mit einer weiteren Polyol- oder Ölphase. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechend hergestellte multiple Dispersion. Multiple Emulsionen sind beispielsweise in DE-A-43 41 113 beschrieben.

15 Ferner betrifft die Erfindung Arzneimittel, Kosmetika oder Lebensmitteladditive, die eine wie vorstehende beschriebene Dispersion oder multiple Dispersion enthalten.

Weitere Inhaltsstoffe der erfindungsgemäß hergestellten wässrigen Wirkstoffträger-  
20 Dispersionen sind in EP-B-0 605 497, EP-B-0 167 825 und US 5,885,486 beschrieben. Insbesondere für geeignete stabilisierende Substanzen und Ladungsstabilisatoren wird auf EP-B-0 605 497 verwiesen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden die Wirkstoffträger-Dispersionen  
25 unter Ausschluss der Verwendung von halogenierten organischen Lösungsmitteln hergestellt.

Die Applikation der Arzneimittel kann durch intravenöse Gabe, intramuskuläre Gabe, intraartikuläre Gabe, intracavitäre Gabe, subkutane Gabe, intradermale Gabe, enterale  
30 Gabe, pulmonale Applikation sowie topische oder ophthalmologische Anwendung erfolgen.

Die Erfindung wird durch die nachstehenden Beispiele näher erläutert.

#### Beispiele

35 In den nachfolgenden Beispielen wurden die folgenden Verbindungen eingesetzt:

Handelsname	Hersteller	CTFA/INCI
Pationic® 138 C	RITA	Sodium lauroyl lactylate
Pluronic® F	BASF	Poloxamer 237
Tween®	Uniqema	Polysorbate 20
Keltrol®	NutraSweet	Xanthan gum
Tylose® C 300 P 2	Clariant	Sodium Carboxymethylcellulose
Softisan® 142	Hüls AG	Hydrogenated coco-glycerides
Cetiol® MM	Cognis	Myristyl myristale
Cutina® CP	Cognis	Cetyl palmitate
Tocopherol®	Roche	Tocopherol
Ceralution® H	Sasol	Glyceryl stearate, C18 - C22 alcohol, C20 - C22 alcohol, sodium dicocoyl ethylene
Phenonip®	Nipa	Phenoxyethanol, methylparaben, ethylparaben, butylparaben, propylparaben, iso
Pationic® SSI	RITA	Sodium stearyl lactylate
Lanette® E	Cognis	Sodium cetearyl sulfate
Sistema® L 70.C	Sistema	Sucrose laurate, water, ethanol
Biobase® EP	Tri-K	Glycerin stearate, cetearyl alcohol, sodium stearyl lactylate, lecithin
Gummi Arabicum	Merck	Gummi Arabicum
Guar HV 7000 CPS	B+V S.R.L.	
Pectin USP	Dansico	Pectin
Bienenwachs	Paramelt	Bees wax
Candelillawachs	Strahl + Pitch	candellila wax
Ceralution® F	Sasol	Sodium dicocoyl ethylenediamine PEG-15sulfate, sodium lauroyl lactylate

- Die Herstellung der wässrigen Wirkstoffträger-Dispersion erfolgte durch getrenntes Erwärmen der nachstehend beschriebenen Phasen A und B auf 60°C. Sodann wurde Phase B in Phase A eingerührt, und es wurde mit einem Braun-Küchenmixer (maximale Leistungsaufnahme 350 W) mit einem Rührblattdurchmesser von 50 mm homogenisiert, bis die
- 5 Tröpfchengröße unter 350 nm lag. Sodann wurde bei Raumtemperatur Phase C, die Raum-

temperatur aufwies, zur heißen Emulsion gegeben. Hierbei wurde wiederum mit einem Braun-Küchenmixer gerührt.

- 5 In den letzten drei Zeilen der folgenden Tabellen sind der mittlere Teilchendurchmesser, der Gewichtsanteil an Teilchen mit einem Durchmesser von weniger als 1  $\mu\text{m}$  und die spezifische Oberfläche ( $\text{cm}^2/\text{cm}^3$ ) angegeben. Die Zusammensetzungen der einzelnen Phasen und die genannten Parameter sind den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

Beispiel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Phase A</b>												
demin. Wasser	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Paticonic 138 A	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75		0,75	0,35	0,35	0,5	0,5	0,25
Pluronic F 127						0,75	0,5					
Tween 20					0,5	0,5		0,3	0,75	0,75	0,75	0,38
Keltrol	0,35	0,35		0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Tylose C 300 P 2			0,354									
<b>Phase B</b>												
Softisan 142	20	20	20		20	20	20	20	20	20		
Cetiol MM				20								
Cutina CP											20	20
Tocopherol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ceralution H	1,75	1,75	1,75	1,75	1,25	1,25	1,25	1,85	1,4	1,25	1,25	0,63
<b>Phase C</b>												
demin. Wasser	65,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	68,79
Phenonip	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>PSA</b>												
Median [ $\mu\text{m}$ ]	0,40	0,39	0,39	0,39	0,35	0,44	0,40	0,41	0,36	0,35	0,34	0,50
< 1 $\mu\text{m}$ [%]	99,8	99,7	99,8	99,8	100,0	97,7	99,7	99,7	100,0	100,0	100,0	97,0
$\text{cm}^2/\text{cm}^3$	145062	150707	151944	150731	168821	128440	148410	144299	164857	171685	174428	116783

Beispiel	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Phase A</b>								
demin Wasser	8	8	8	8	8	8	8	8
Pationic 138 A	0,75	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25
Lanette E			0,5					
Sisternal L 70 C				0,5				
Tween 20		0,5			0,75	0,75	0,75	0,38
Keltrol	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
<b>Phase B</b>								
Softisan 142	20	20	20	20	20	20		
Cetiol MM							20	20
Tocopherol	1	1	1	1	1	1	1	1
Biobase EP	1,75	1,5	1,5	1,5	1,5	1,25	1,25	0,63
<b>Phase C</b>								
demin. Wasser	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	68,79
Phenonip	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>PSA</b>								
Median [ $\mu\text{m}$ ]	0,51	0,35	0,39	0,43	0,35	0,34	0,34	0,5
< 1 $\mu\text{m}$ [%]	94,0	100,0	99,6	99,5	100,0	100,0	100,0	97,1
$\text{cm}^2/\text{cm}^3$	109422	172693	148338	137636	169830	172249	173520	115983
<b>Beispiel</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>		

<b>Phase A</b>									
demin. Wasser	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Paticonic 138 A	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tween 20	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Keltrol	0,35	0,5	0,35	0,35	0,35				
Guar HV 7000 CPS						0,35			
Pectin USP								0,35	
<b>Phase B</b>									
Cetiol MM	20	20	18		20	20	20	20	20
Bees Wax Care 144				20					
Tocopherol	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Ceralution H	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
<b>Phase C</b>									
demin. Wasser	67,55	67,4	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55	67,55
Phenomip	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>PSA</b>									
Median [ $\mu\text{m}$ ]	0,34	0,33	0,35	0,38	0,43	0,41	0,41	0,41	0,41
< 1 $\mu\text{m}$ [%]	100,0	100	100	98,2	98,8	98,4	98,4	98,4	98,4
$\text{cm}^2/\text{cm}^3$	176844	181470	168608	137601	135134	131861	131861	131861	131861

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer wässrigen Stoffträger-Dispersion, in der feste Wirkstoffträgerteilchen auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 10 bis 10000 nm vorliegen, die mindestens einen pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischen Wirkstoff, Parfüm oder Aromenstoff enthalten, durch
  - a) Vermischen des Wirkstoffs mit dem Wirkstoffträger auf Wachs-, Polymer- oder Lipidbasis und mindestens einem Emulgator, der in Stufe b) zur Ausbildung einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase führt, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erweichungspunktes des Wirkstoffträgers, zur Ausbildung einer Phase B,
  - b) mechanisches Vermischen der Phase B mit einer wässrigen Phase A, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur oberhalb des Schmelz- oder Erweichungspunktes des Wirkstoffträgers, wobei das Gewichtsverhältnis von Phase B zu Phase A 1 : 5 bis 5 : 1 beträgt, ohne Hochdruckhomogenisierung, zur Ausbildung einer, vorzugsweise gelartigen, lyotropen flüssigkristallinen Mischphase,
  - c) Verdünnen der Mischphase mit einer wässrigen Phase, die einen Emulgator enthalten kann, bei einer Temperatur der wässrigen Phase, die unter dem Schmelz- oder Erweichungspunkt des Wirkstoffträgers liegt, unter Rühren und ohne Hochdruckhomogenisierung, auf eine gewünschte Endkonzentration der Dispersion.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Vermischen in Stufe b) und das Rühren in Stufe c) mit Rührern erfolgt, die eine Umfangsgeschwindigkeit im Bereich von 1 bis 20 m/s aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Scherwirkung des Rührers der Scherwirkung eines Haushaltsküchenrührers entspricht.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Stufe b) das Gewichtsverhältnis von Phase B zu Phase A 1 : 2 bis 2 : 1 beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkstoffträgerteilchen auf Di-, Triglyceriden, Fettalkoholen, deren Estern oder Ethern, Wachsen, Lipidpeptiden oder Mischungen davon basieren.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere Durchmesser der Wirkstoffträgerteilchen 50 bis 1000 nm beträgt.
7. Wässrige Wirkstoffträger-Dispersion, erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.
8. Verfahren zur Herstellung einer multiplen Dispersion durch Vermischen einer Dispersion, die nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellt wurde, mit einer weiteren Polyol- oder Ölphase.
9. Multiple Dispersion, erhältlich nach einem Verfahren gemäß Anspruch 8.
10. Arzneimittel, Kosmetika oder Lebensmitteladditive, enthaltend eine Dispersion gemäß Anspruch 7 oder eine multiple Dispersion gemäß Anspruch 9.
11. Membran-strukturierte Solid-Nanoparticles mit einem mittleren Teilchendurchmesser im Bereich von 10 bis 10.000 nm, die bei 25 °C fest sind und eine Kombination aus Wirkstoffträgerteilchen und Emulgatoren derart aufweisen, dass Membranen gebildet werden, die die gesamten Nanoparticles durchdringen, so dass im Inneren und an der Oberfläche der Nanoparticles Emulgatoren vorliegen.
12. Nanoparticles nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass über den Querschnitt der Nanoparticles im Wesentlichen keine Bereiche ohne Membranstruktur vorliegen.
13. Nanoparticles nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Membrane in einer lyotropen flüssigkristallinen Mischphase ausgebildet wird, die in Gegenwart von Wasser selbstemulgierend ist.



14. Nanoparticles nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit mindestens einem pharmazeutischen, kosmetischen und/oder lebensmitteltechnologischem Wirkstoff in einer Menge von bis zu 60 Gew.-%, bezogen auf die beladenen Nanoparticle, beladen sind.

5

15. Nanoparticles nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit Sonnenschutzmitteln beladen sind.

10

16. Nanoparticles nach einem der Ansprüche 1 bis 15, herstellbar nach einem der Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

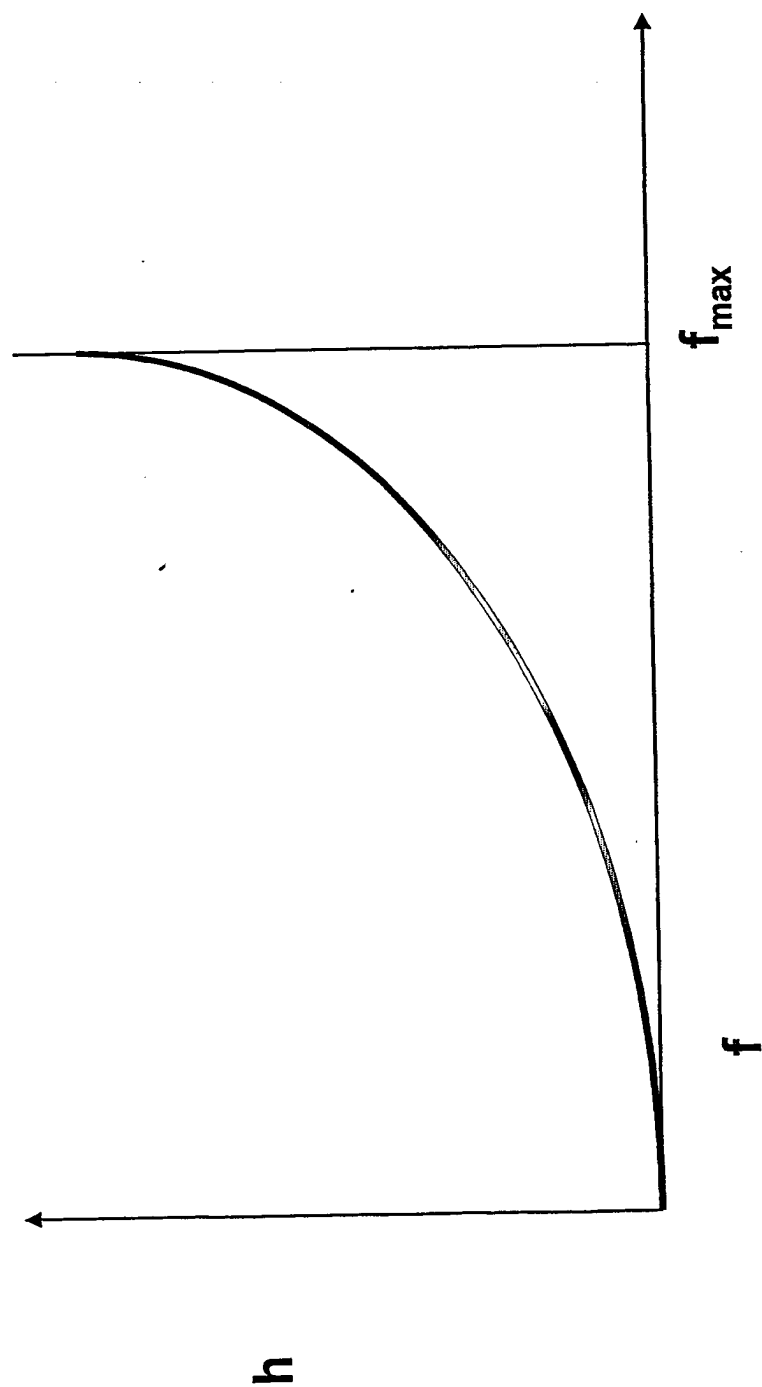


Fig. 1